

## DC-40 GHz module interface

Patent Number: US5065124  
 Publication date: 1991-11-12  
 Inventor(s): CHRZAN LEE J [US]  
 Applicant(s): WATKINS JOHNSON CO [US]  
 Requested Patent: JP4227101  
 Application Number: US19900578668 19900904  
 Priority Number(s): US19900578668 19900904  
 IPC Classification: H01P5/00  
 EC Classification: H01P1/04D; H01P5/02  
 Equivalents: FR2669148, GB2247786, JP2097472C, JP7123202B

### Abstract

A module having a microwave circuit carrier with ribbon conductors for both the fifty ohm transmission line and ground connections. The carrier has a platform raised from the floor of the carrier at the outside interfacing edges. A ribbon conductor is welded between the raised lips on abutting carriers to form a uniform ground plane accessible to top assembly. A second ribbon is welded between RF conductors on substrates in the respective carriers and spans over the interface and the ribbon ground plane. By proper choice of ribbon conductor widths and the spanning height above the ground plane, a fifty ohm impedance can be maintained.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

## Description

### BACKGROUND OF THE INVENTION

#### 1. Field of the Invention

The invention relates generally to microwave amplifier assemblies and more specifically to methods and apparatus for modular assembly interconnections that have a low Voltage Standing Wave Ratio (VSWR) at eighteen GHz and above.

#### 2. Description of the Prior Art

Gallium-arsenide (GaAs) field-effect transistor (FET) microwave amplifiers which cover the 0.5 GHz to twenty GHz band, and with output powers up to two watts, are available from several manufacturers including Watkins-Johnson, Celeritek, and Avantek. Both balanced and feedback techniques are used with thin-film MIC and MMIC construction to achieve broadband performance. Typical amplifier designs are qualified and operated in the environments of MIL-STD-883 (space), MIL-E-5400 (airborne), MIL-E-16400 (shipboard), and MIL-E-4158 (ground). Some units are even tested to Hardness Assurance Lot Acceptance Test (HALAT) for space and strategic radiation dose tolerance levels.

Watkins-Johnson (Palo Alto, CA) manufactures ultra wideband small signal and power amplifiers for the 2-18 GHz band using a "matrix amplifier," which is reported in the March 1987 IEEE MTT Transactions. See, K. B. Niclas, R. R. Pereira, A. J. Graven, and A. P. Chang, "Design and Performance of a New Multi-octave High-gain Amplifier," 1987 IEEE MTT-S International Microwave Symposium Digest, pp.829-832. MMIC's and replaceable connectors are typically used in such amplifiers.

Celeritek (San Jose, CA) sells a line of "balanced amplifier" designs, models CMA and CMT, manufactured with MIC technology. The balanced design is promoted by Celeritek to improve interstage matching so several gain stages can be cascaded to achieve high gain while maintaining flat gain response. Three versions of amplifiers are available for operation from 18-26 GHz, 26-40 GHz, and over the full 18-40 GHz bandwidth. Units are assembled with interchangeable gain modules, allowing users to choose the amount of gain needed for particular applications. Two types of Celeritek FET's are used in the amplifiers, 150-.mu.m devices that yield 5-dB gain, and 300-.mu.m devices that deliver about 4-dB gain per stage. Cases for the CMT and CMA amplifiers use welded seals, glass-to-metal feedthroughs, and "K" type field replaceable connectors, with 2.4 mm coaxial connectors and waveguide interface connectors available as options.

Avantek (San Jose, CA) produces a line of wideband millimeter amplifiers known as the AMT/AWT series. This series performs over octave (AMT) and multi-octave (AWT) bands. The Avantek IK series packaging is a hermetically-sealed machined aluminum housing having optional waveguide and field-replaceable three millimeter coaxial connectors. The case length varies depending on the amount of gain and number of functions included.

In the prior art, it has been difficult to design amplifiers and subsystems using "modular construction" at frequencies above eighteen GHz, due to RF matching problems between modules. ("Modular construction" means building a unit meeting complex specifications from a supply of independently assembled, tuned, and tested modules designed to perform simple generic functions.) Modules consisting of substrates and chip components mounted on a metal carrier have problems maintaining a fifty ohm impedance in the region between modules. (The metal carrier is the mechanical and thermal base, as well as the RF ground plane.)

FIGS. 1(a)-(d) illustrate a typical coax case, referred to by the general reference numeral 10. The case 10 has a housing 11, an input coax connector 12, an output coax connector 14, and a DC power input 16. In FIGS. 1(b) and 1(c), a series of three amplifier modules, 18, 20, and 22, are inside housing 11. Module 18 is wire bonded to coax connector 12 and module 20 with wire bonds 24. Modules 20 and 22, and coax connector 14 are similarly interconnected with wire bonds 24. Modules 18, 20, and 22 may comprise dielectric substrates on metal carriers or may be just the substrate itself. In either event, the modules 18, 20, and 22 are bonded to the floor inside housing 11.

In FIG. 2, the wire bond 24 connections between modules 18, 20, and 22 are shown in greater detail. In the prior art, wire bonds 24 are ordinary round gage bonding wire, although ribbon or mesh are also used. The wire bonds 24 simply span over the space between the modules 18, 20, and 22. Ground paths are represented by arrows 26. Each of modules 18, 20, and 22 are comprised of a substrate 28 and a carrier 30. Above eighteen GHz, the prior art construction method shown in FIG. 2 will no longer operate satisfactorily. The wire bonds 24 have a prohibitively high impedance due to the air between modules acting as a dielectric, the small wire bond 24 size, the distance to ground in housing 11, and the distance between substrates 28. Multiple ribbons or wire bonds 24 reduce the impedance somewhat, but it remains well above fifty ohms. The ground paths 26 are electrically very long and cause problems, including that of having to optimize the thickness of carriers 30 to keep ground paths short. Thinner is better for the ground path, but too thin a carrier 30 can lead to substrate 28 cracking because carrier 30 is not a rigid enough support. In some cases, the carriers 30 have been eliminated, and the substrates 28 attached directly to housing 11. This shortens the ground paths 26 somewhat, but the impedance of the wire bonds 24 remains high. One problem with attaching substrates 28 directly to housing 11 with various solders is if any one module 18, 20, or 22 is defective, removal and replacement of that module is not practical and the entire assembly of case 10 is also defective and is wasted. If conductive epoxy attachment is used, modules may be removed, but the conductivity of the epoxy joint at the substrate 28 to housing 11 interface becomes critical and is difficult to manufacture reliably.

#### SUMMARY OF THE PRESENT INVENTION

It is therefore an object of the present invention to provide modules that are capable of modular construction at frequencies above eighteen GHz and that do not exhibit RF matching problems between the modules.

It is a further object of the present invention to build modules comprising substrates and chip components mounted on a metal carrier which maintain a fifty ohm impedance in the region between modules.

It is a further object of the present invention to be able to independently assemble, tune, and test modules designed to perform simple generic functions.

Briefly, a preferred embodiment of the present invention comprises an amplifier module having a metal, microwave circuit carrier with ribbon conductors for both fifty ohm transmission line and ground connections. The carrier has a lip raised from the floor of the carrier at the outside interfacing edges. A ribbon conductor is welded between the raised lips on abutting carriers to form a uniform ground plane accessible to top assembly. A second ribbon conductor is welded between RF conductors on substrates on the respective carriers, and spans over the interface and the ribbon conductor ground plane. By proper choice of (1) the second ribbon conductor's width, and (2) the spanning height above the ground plane, a fifty ohm impedance can be maintained.

An advantage of the present invention is that a fifty ohm impedance can be maintained in joining modules within a case or housing, resulting in low VSWR's.

Another advantage of the present invention is that VSWR performance is not degraded with larger module spacings and longer ribbons, making performance more tolerant of module spacing variations in assembly and allowing access to module carriers for removal.

Another advantage of the present invention is that top assembly is practical, and thus manufacturing is simplified.

Another advantage of the present invention is that standard thin-film design and manufacturing techniques can be used.

Another advantage of the present invention is that module carriers having circuit substrates can be thicker and optimized for purposes other than shortening the ground return path.

Another advantage of the present invention is that the attachment of the carrier to the housing is no longer critical at microwave frequencies, since ground currents are conducted through the ribbon between carriers.

Another advantage of the present invention is that ground access is at the top edge of a module where it normally

wasn't available, and this simplifies and improves input and output coaxial and other connections.

These and other objects and advantages of the present invention will no doubt become obvious to those of ordinary skill in the art after having read the following detailed description of the preferred embodiments which are illustrated in the various drawing figures.

#### IN THE DRAWINGS

FIG. 1 is a prior art GaAs FET amplifier microwave assembly case having (a) a bottom view, (b) a side view, (c) a top view with a cover to the case removed revealing modules inside, and (d) an end view;

FIG. 2 is a side view detail of the modules and wire bonds in FIG. 1(b);

FIG. 3 is (a) a side view of a group of three modules and (b) a perspective view of the three modules, all built according to the present invention;

FIG. 4 is (a) a top view, and (b) a side view of the ribbon connector 64 of FIGS. 3(a) and 3(b);

FIG. 5 is (a) a top view, (b) a side view, and (c) an end view of a preferred embodiment of a housing made in accordance with the present invention;

FIG. 6 is a cross-sectional view of the housing in FIG. 5 taken along the lines 6--6;

FIG. 7 is a cross-sectional view of the housing in FIG. 5 taken along the lines 7--7;

FIG. 8 is a top assembly drawing of one third of the housing of FIG. 5, and shows microwave modules installed in the center cavity with support circuits in the outer cavities;

FIG. 9 is a detail view of the module circled in FIG. 8 and labeled "Detail 9";

FIG. 10 is (a) a top view, (b) a side view, and (c) an end view of a carrier comprising the present invention; and

FIG. 11 is a top view of a preferred embodiment of the present invention for modules with in-line input and output connections.

#### DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

A preferred embodiment of the present invention comprises a number of modules having a carrier with ribbon conductors for both the fifty ohm transmission line and inter-module ground connections. In FIGS. 3(a) and 3(b), an amplifier, referred to by the general reference numeral 50, has a trio of modules 51, each with a carrier 52 having a pair of lips 54 raised from a floor 56 on top of carrier 52. Carrier 52 is mounted inside a housing, e.g., housing 11. The lips 54 are located at a pair of outside interfacing edges 58. Raising the lips 54 above the floor 56 helps control the flow of brazing material and gives greater access to ground from above modules 51. A substrate 60, made of any suitable dielectric material, such as alumina, plastic, beryllia, ceramic, etc., is mounted to carrier 52. A ribbon conductor 62 is gap welded or conductively attached between the raised lips 54 on adjacent and abutting modules in the group of modules 51 to form a uniform ground plane in the spaces between. A second ribbon conductor 64 is welded to RF conductors on substrate 60. Ribbon conductor 64 spans over the interface of edges 58 at a critical distance over ribbon conductor 62 forming a microstrip transmission line with an air dielectric. The theory and equations governing this transmission medium are well known. By proper choice of ribbon conductor 64 widths and the spanning height above ribbon conductor 62, a fifty ohm impedance is maintained. A 0.020 inch wide ribbon with a 0.004 inch height gives approximately fifty ohms impedance. Lip 54 is typically raised 0.005 inches above the floor 56 for 0.010 inch thick substrates 60. Carrier 52 is typically 0.030 inches thick (including lip 54), 0.195 inches long, and 0.135 inches wide. Carrier 52 is typically made of an iron-nickel-cobalt alloy whose chemical composition is controlled within narrow limits to assure a precise thermal expansion match to alumina or fused silica substrates, e.g. Carpenter Kovar.RTM., referred to below simply as "Kovar." Ribbon conductor 62 is whatever length of 0.020 inch wide gold ribbon is necessary to bridge between carriers 52, etc. Ribbon conductor 64 is gold, 0.001 inches thick by 0.020 inches wide, and whatever length is needed to span between substrates 60, etc. Ribbon conductor 64 crosses the distance between modules 51 at approximately a 45 DEG angle to interconnect balanced amplifiers, which have their inputs and outputs located diagonally across. Any interconnect angle including 0 DEG (in-line) may be accommodated by modifying the ribbon angle, since the impedance is not affected.

Referring now to FIGS. 4(a) and 4(b), ribbon conductor 64 has a pair of bends 66 that help to relieve stresses caused by thermal expansion and contraction and also to aid in assembly alignment. A width dimension 68 is critical to achieving a fifty ohm impedance of ribbon conductor 64 over ribbon conductor 62 between modules 51.

An exemplary embodiment of the present invention is shown in FIGS. 5(a), 5(b), and 5(c). A housing, referred to by the general reference numeral 70, has three cavities 72, 74, and 76. A coaxial input feedthrough 78 and an output feedthrough 80 are soldered at opposite ends of housing 70. Standard microwave connectors are then used to mate with the feedthroughs. Cavity 74 is designed to contain a series of modules that operate in the 18-40 GHz

band and are supported by lower frequency power supply and control modules to each side in cavities 72 and 76. Cavity 74 must be narrow enough so as not to act as a waveguide for the operating frequencies or else microwave absorptive material must be included in the cavity. This means that modules placed within cavity 74 will have dimensions on the order of 0.200 inches by 0.140 inches, or smaller. A plurality of shallow slots 82 allow small ceramic dielectric capacitors to be attached within them, and are used to bond lower frequency conductors between cavity 74 and cavities 72 and 76. FIG. 6 reveals a lip 84 in housing 70 that is similar in function and use to lip 54 of module 51. A number of modules 51 are queued off of lip 84 within cavity 74 and arranged end to end such that ribbon conductors 62 may be welded between adjoining lips 84 & 54, 54 & 54, and 54 & 84.

In FIG. 8 the housing 70 has 18-40 GHz modules 51 arranged end-to-end in cavity 74. Support circuits are to each side in cavities 72 and 76. Ribbon conductors 64 interconnect the modules 51. FIG. 9 is a close-up view of a GaAs FET amplifier module 51 (details of which are omitted for clarity) and ribbon conductors 64. Ribbon conductor 64 is attached by welding at an angle to module 51. In FIG. 10, carrier 52 has two lips 54. Carrier 52 is typically made of Kovar, molybdenum, or other metals. A substrate, e.g., substrate 60, is bonded to carrier 52. Gold plating carrier 52 facilitates soldering, welding, and bonding operations necessary in the assembly of module 51.

An alternate embodiment of the present invention is shown in FIG. 11. This embodiment is preferred for modules with in-line inputs and outputs. A connection system, referred to by the general reference numeral 90, has a ribbon 92, which has a width 94 that is approximately the same as width 68. A pair of stress relief bends 96 are included in ribbon 92.

While the performance and manufacturability of the 18-40 GHz amplifier described above are greatly enhanced by the present invention, many other microwave products would also benefit in similar fashion. The present invention may be applied, in general, to any active or passive microwave module with one or more microstrip transmission line inputs or outputs. This includes, but is not limited to, amplifiers, attenuators, limiters, filters, switches, mixers, power dividers, detectors, oscillators, multipliers, and cascades, or combinations of two or more of these. These modules may incorporate one or more monolithic integrated circuits. Microwave sub-systems, which are cascades or combinations of these modules, can use the present invention to improve VSWR performance between modules at frequencies where the prior art techniques had been marginal and will extend modular construction capabilities to at least forty GHz.

Although the present invention has been described in terms of the presently preferred embodiments, it is to be understood that the disclosure is not to be interpreted as limiting. Various alterations and modifications will no doubt become apparent to those skilled in the art after having read the above disclosure. Accordingly, it is intended that the appended claims be interpreted as covering all alterations and modifications as fall within the true spirit and scope of the invention.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

## Claims

What is claimed is:

1. A microwave module, comprising: a carrier having at least one lip upwardly raised from the floor of said carrier at an interfacing edge, said raised lip operable to attachably receive a first RF conductor, said first RF conductor being a ground conductor; and a substrate attached to the carrier having an RF transmission line operable to attachably receive a second RF conductor such that said second RF conductor will have a characteristic impedance of under 100 ohms by virtue of the disposition and size of said second RF conductor.
2. The module of claim 1, wherein said first RF conductor is a first ribbon conductor.
3. The module of claim 2, wherein: the carrier is conductive, whereby electrically conductive attachment of said first RF conductor is facilitated.
4. The module of claim 2, wherein: said second ribbon conductor is attached at an angle to the substrate and parallel to the plane of said first ribbon conductor.
5. The module of claim 2 wherein: said raised lip is raised at least 0.005 inches from the main body of the carrier.
6. The module of claim 2 wherein: the carrier is conductively plated, whereby electrically conductive attachment of said first RF conductor is facilitated.
7. A connection system between microwave circuit modules, comprising: a first raised lip of a first metal carrier at an edge of said first carrier; a second raised lip of a second metal carrier at an edge of said second carrier; a first ribbon conductor having (1) a first edge attached to the first raised lip, and (2) a second edge attached to the second raised lip, such that the distance between the first and second raised lips is bridged; a second ribbon conductor having (1) a first end and a second end, said first end attached to a first RF conductor on a first substrate over said first metal carrier, and (2) said second end attached to a second RF conductor on a second substrate over said second metal carrier, the second ribbon conductor having a combination of width and height spanning over the first ribbon conductor such that a constant impedance is maintained.
8. The system of claim 7, wherein: said constant impedance is substantially fifty ohms.

9. The system of claim 7, wherein: the first and second ribbon conductors are attached by a conductive attachment means.
10. The system of claim 7, wherein: the second ribbon conductor spans the distance over the first ribbon conductor at approximately a 45 DEG angle to the first ribbon conductor.
11. The system of claim 10, wherein: the second ribbon conductor is approximately 0.020 inches wide.
12. The system of claim 7, wherein: the second ribbon conductor is gold ribbon, approximately 0.001 inches thick by 0.020 inches wide.
13. The system of claim 7, wherein: the second ribbon conductor comprises a flexing means to absorb the stresses of thermal expansion and compression between its points of attachment.
14. The system of claim 13, wherein: the flexing means comprises bends formed in at least one place across the width of the second ribbon conductor.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-227101

(43) 公開日 平成4年(1992)8月17日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 P 5/02	A	7741-5 J		
H 0 1 L 23/50	W	8418-4 M		
25/04				
25/18				
		7638-4 M	H 0 1 L 25/04	Z
			審査請求 有	請求項の数14(全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平3-215467

(22) 出願日 平成3年(1991)8月27日

(31) 優先権主張番号 5 7 8 6 6 8

(32) 優先日 1990年9月4日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 591136229

ワトキンズ - ジョンソン カンパニー  
アメリカ合衆国カリフォルニア州, パロ  
アルト, ヒルビュー アベニュー 3333

(72) 発明者 リー ジェイ. クルザン

アメリカ合衆国カリフォルニア州ハーフ  
ムーン ベイ, ロビトス クリーク ロー  
ド 2500

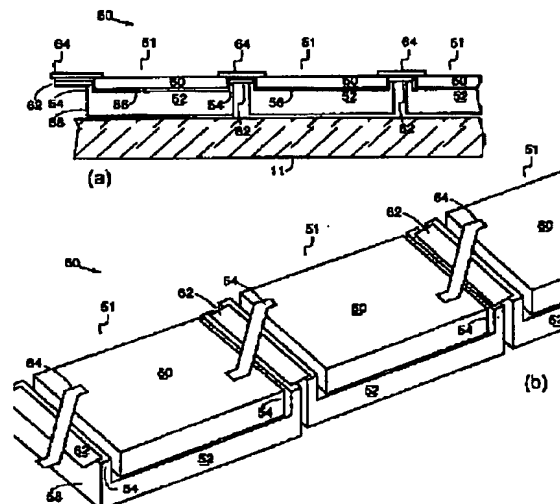
(74) 代理人 弁理士 浅村 皓 (外3名)

(54) 【発明の名称】 マイクロ波モジュール及びその接続システム

(57) 【要約】

【構成】 本発明は、50Ω伝送線路及び接地接続の両方のためのリボン導体を備えるマイクロ波回路担体52を有するモジュール51に関する。担体52は、外側インタフェーシングエッジ58において床56から立ち上げられたリップ54を有する。リボン導体62に隣接する担体52上のリップ54間に溶接される。第2のリボン導体64が、それぞれの担体52内の基板60上のRF導体間に溶接され、インタフェース58とリボン導体62の上を架け渡される。

【効果】 リボン導体64の幅及びリボン導体62からの前記架け渡しの高さの適当な選択によって、50Ωインピーダンスを維持することができる。そのため、低VSWRが得られる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 インタフェーシングエッジにおいて担体の床から上方へ立ち上げられた少なくとも1つのリップを有する前記担体であって、前記立上がりリップは第1の無線周波数導体を取り付け可能に受けるように使用可能であり、前記第1の無線周波数導体は接地導体である前記担体と、前記担体に取り付けられた基板であって、第2の無線周波数導体が該第2の無線周波数導体の配置及び寸法によって100オーム未満の特性インピーダンスを有するように前記第2の無線周波数導体を取付け可能に受けるように使用可能である無線周波数導体伝送線路を有する前記基板と、を含むことを特徴とするマイクロ波モジュール。

【請求項2】 請求項1記載のマイクロ波モジュールにおいて、前記第1の無線周波数導体は第1のリボン導体であることを特徴とするマイクロ波モジュール。

【請求項3】 請求項2記載のマイクロ波モジュールにおいて、前記担体は導電めっきされた板であり、これによって前記第1の無線周波数導体の導電的な取付けが容易化されることを特徴とするマイクロ波モジュール。

【請求項4】 請求項2記載のマイクロ波モジュールにおいて、前記担体は導体であり、これによって前記第1の無線周波数導体の導電的な取付けが容易化されることを特徴とするマイクロ波モジュール。

【請求項5】 請求項2記載のマイクロ波モジュールにおいて、前記第2のリボン導体は、前記基板に対してある角度で取り付けられるとともに前記第1のリボン導体の面に平行に取り付けられることを特徴とするマイクロ波モジュール。

【請求項6】 請求項2記載のマイクロ波モジュールにおいて、前記立ち上げられたリップは前記担体の本体から少なくとも0.127mm立ち上げられていることを特徴とするマイクロ波モジュール。

【請求項7】 第1の金属担体のエッジにおける該第1の金属担体の第1の立上がりリップと、第2の金属担体のエッジにおける該第2の金属担体の第2の立上がりリップと、前記第1の立上がりリップと前記第2の立上がりリップとの間の距離がブリッジされるように、前記第1の立上がりリップに取り付けられた第1のエッジと前記第2の立上がりリップに取り付けられた第2のエッジとを有する第1のリボン導体と、前記第1の金属担体の上の第1の基板上の第1の無線周波数導体に取り付けられた第1のエッジを有するとともに、前記第2の金属担体の上の第2の基板上の第2の無線周波数導体に取り付けられた第2のエッジを有し、かつ一定インピーダンスが維持されるように前記第1のリボン導体の上を架け渡される幅及び高さの組合わせを有する第2のリボン導体と、を含むことを特徴とするマイクロ波回路モジュール間の接続システム。

【請求項8】 請求項7記載の接続システムにおいて、

前記一定インピーダンスは実質的に50オームであることを特徴とする接続システム。

【請求項9】 請求項7記載の接続システムにおいて、前記第1のリボン導体及び前記第2のリボン導体は導電性取付け手段によって取り付けられることを特徴とする前記システム。

【請求項10】 請求項7記載の接続システムにおいて、前記第2のリボン導体は前記第1のリボン導体に対して約45度の角度で前記第1のリボン導体の上の距離を架け渡たされることを特徴とする接続システム。

【請求項11】 請求項10記載の接続システムにおいて、前記第2のリボン導体は約0.508mmの幅であることを特徴とする接続システム。

【請求項12】 請求項7記載の接続システムにおいて、前記第2のリボン導体は、金リボンであり、約0.0254mmの厚さ及び約0.508mmの幅であることを特徴とする接続システム。

【請求項13】 請求項7記載の接続システムにおいて、前記第2のリボン導体は該第2のリボン導体の取付け点間の熱膨張応力及び熱圧縮応力を吸収する撓み手段を含むことを特徴とする接続システム。

【請求項14】 請求項13記載の接続システムにおいて、前記撓み手段は前記第2のリボン導体の幅を横切って少なくとも1箇所形成された曲り部を含むことを特徴とする接続システム。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、一般的にマイクロ波増幅器アセンブリに関し、特に、18GHz以上において低い電圧定在波比(VSWR)を有するモジュールアセンブリ相互接続方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 0.5GHzから20GHz帯域で動作しかつ2Wまでの出力を有する、ガリウムヒ素(以下、GaAs)電界効果トランジスタ(以下、FET)マイクロ波増幅器は、ワトキンズ-ジョンソン(Watkins-Johnson)社、シレーリテク(Celertek)社、及びアバンテック(Avantek)社を含む、いくつかの製造会社から入手可能である。平衡及び帰還の両技術が、広帯域性能を達成するために、薄膜のマイクロ波集積回路(以下、MIC)及び薄膜のモノリシックマイクロ波集積回路(以下、MMIC)と共に使用される。典型的な増幅器設計は、米国軍用規格のMIL-STD-883(宇宙)、MIL-E-5400(航空)、MIL-E-16400(船舶)、及びMIL-E-4158(地上)の規定する環境において資格が与えられかつ運用される。或るユニットは、宇宙及び戦略放射線量許容レベルに対して硬さ保証ロット受入れ試験(Hardness Assurance Lot Acceptance Test: HALAT)に



3

付されることもある。

【0003】ワトキンス・ジョンソン社（米国、カルフォルニア州、ペローアルト（Palo Alto））は、米国電気電子学会（以下、IEEE）のマイクロ波理論及び技術（以下、MTT）技術報告、1987年3月号に報告された“マトリックス増幅器”を使用する2～18GHz帯域の超広帯域小信号及び電力増幅器を製造している。K・B・ニコラス（K. B. Nicla s）、R・R・ペレイア（R. R. Pereira）、A・J・グレーヴェン（R. B. Graven）、及びA・P・チャン（A. P. Chang）、“新マルチオクターブ高利得増幅器の設計及び性能（Design and Performance of a New Multi-octave High-gain Amplifier）”、1987年、IEEE MTT-S 国際マイクロ波シンポジウムダイジェスト（International Microwave Symposium Digest）、829～832頁を参照されたい。MMIC及び交換可能なコネクタが、このような増幅器に典型的に使用される。

【0004】シレーリテク社（米国、カルフォルニア州、サンホセ（San Jose））は、“MIC技術で製造された平衡増幅器”設計の系列、モデルCMA及びCMTを販売している。平坦利得応答を維持しながら高利得を達成するために、いくつかの利得段をカスケードすることができるように段間整合（interstage matching）を改善するべく、平衡技術がシレーリテク社によって推進されている。18～26GHz、26～40GHz、及び全16～40GHzの帯域幅での動作に対しては、3つの品種の増幅器が入手可能である。使用者が特定の用途に必要な利得の大きさを選択できるように、ユニットは交換可能な利得モジュールで組み立てられる。2つの型式のシレーリテクのFETが前記増幅器内に使用され、これらのFETは、すなわち、段当たり5dB利得を生じる150μmデバイス、及び約4dB利得を生じる300μmデバイスである。モデルCMT及びCMA増幅器に対するケースは、溶接シール、ガラス-金属フィードスルー、及び“K”型現地交換可能コネクタを使用し、2.4mm同軸接続器及び導波インタフェースコネクタをオプションとして利用可能である。

【0005】アバンテック社（米国、カルフォルニア州、サンホセ）は、AMT/AWT系列として知られる広帯域ミリメートル増幅器を製造している。この系列は、オクターブ（AMT）帯域及びマルチオクターブ（AWT）帯域で動作する。アバンテックIK系列のパッキングは、オプション導波管及び現地交換可能3ミリメートル同軸接続器を有する、密閉シールされた機械仕上げアルミニウムハウジングである。そのケース長さは、利得の大きさ及びその含む機能数によって変わる。

4

【0006】前記先行技術においては、18GHzより高い周波数で“モジュール構造”を使用する増幅器及びサブシステムを設計することは、モジュール間の無線周波数（以下、RF）整合の問題に起因して、困難であった。“モジュール構造”は、簡単な一般的な機能を遂行するように設計されたモジュールであって、独立して組み立てられ、同調させられ、かつ試験された前記モジュールの供給から、複雑な仕様に適合する1つのユニットを構築することを意味する。金属担体（metal carrier）上に取り付けられた基板構成要素及びチップ構成要素からなるモジュールは、モジュール間領域内において50Ωインピーダンスを維持する問題を抱えている。（前記金属担体は、機械的及び熱的ベースであり、並びにRF接地面である）。

【0007】図1（a）～（d）は、全体的に符号10で示される典型的な同軸ケースを示す。ケース10は、ハウジング11、入力同軸コネクタ12、出力同軸コネクタ14、及び直流電力入力端子16を有する。図1（b）及び（c）において、一連の3つの増幅器モジュール18、20、22が、ハウジング11の内部にある。モジュール18は、ワイヤボンダ24で同軸コネクタ12及びモジュール20にボンディングされている。モジュール20と22、及び同軸コネクタ14は、同様にワイヤボンダ24で相互接続されている。モジュール18、20、及び22は、金属担体上の誘電体基板を含んでもよいし、まさに基板そのものでよい。いずれの場合においても、モジュール18、20、及び22はハウジング11内の床に接着される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】図2において、モジュール18、20、及び22間のワイヤボンダ24による接続が、さらに詳細に示されている。その先行技術においては、ワイヤボンダ24は、通常の丸形ゲージボンディングワイヤであるが、もっともリボン又はメッシュも使用される。ワイヤボンダ24は、単に、モジュール18、20、及び22間の間隔の上に架け渡されている。接地路は、矢印26によって示されている。モジュール18、20、及び22の各々は、基板28及び担体30を含む。18GHz以上では、図2に示された先行技術の構成方法は、もはや満足に動作しない。ワイヤボンダ24は、誘電体として働くモジュール間の空気、小さいワイヤボンダ24の寸法、ハウジング11内の接地までの距離、及び基板28間の距離に起因して、禁止されるべきである高いインピーダンスを有する。多数のリボン又はワイヤボンダ24は、いくらかはインピーダンスを減少させるが、しかしそれでも50Ωより十分に高いままとする。接地路26は、電気的に非常に長く、接地路を短く保つために担体30の厚さを最適化しなければならないという問題を含めていろいろな問題を起こす。前記担体が薄いほど前記接地路にとってはよいが、担体30

0を余り薄くすると、担体30が充分に堅牢な支持体でなくなるゆえに、基板28のクラッキングを招くおそれがある。或る場合においては、担体30は除去されており、基板28がハウジング11に直接に取り付けられる。これによって接地路26はいくらか短くなるが、ワイヤボンダ24のインピーダンスは高いままである。基板28を各種のはんだでハウジング11に直接に取り付けるに伴う1つの問題は、もしどれか1つのモジュール18、20、又は22に欠陥があれば、そのモジュールの取り外し及び交換は実質的ではなく、ケース10のアセンブリもまた欠陥があることになって廃棄される、ということである。もし導電性エポキシ取付けが使用されるならば、モジュールは取り外し可能であるが、基板28とハウジング11とのインタフェースにおけるエポキシ接合部の導電率が重要になり、信頼性を以て製造することが困難になる。

【0009】したがって、本発明の目的は、18GHzより高い周波数においてモジュール構造をとることができ、かつ、モジュール間のRF整合問題を生じることのないモジュールを提供することにある。

【0010】本発明のさらに他の目的は、金属担体上に取り付けられた基板及びチップ構成要素を含み、モジュール間領域において50Ωインピーダンスを維持するモジュールを構築することにある。

【0011】本発明のさらに他の目的は、簡単な一般的な機能を遂行するように設計されたモジュールを独立に、組み立て、同調させ、かつ試験することができるようにすることにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】要約すると、本発明の好適実施例は、50Ω伝送線路及び接地接続の両方のためのリボン導体を備えた金属のマイクロ波回路担体を有する、増幅器モジュールを含む。前記担体は、その外側インタフェーシングエッジにおいて前記担体(carrier)の床(floor)からの立ち上げられたリップ(rip)を有する。リボン導体は、上部アセンブリにアクセス可能な一様な接地面を形成するために、隣接する担体上の前記立ち上げられたリップ間に溶接される。第2のリボン導体が、前記各担体の上の基板上のRF(無線周波数)導体間に溶接され、前記インタフェース及び前記リボン導体の接地面の上に架け渡される。前記第2のリボン導体の幅と前記接地面の上の前記架け渡す高さとは適当に選択することによって、50Ωのインピーダンスを維持することができる。

【0013】本発明の利点は、50Ωのインピーダンスを、ケース又はハウジング内にモジュールを接合する際に維持することができ、その結果、低VSWRを得ることができる、ということである。

【0014】本発明の他の利点は、VSWR性能が一層広いモジュール間隔及び一層長いリボン導体によって劣

化されず、アセンブリ内のモジュール間隔変化の許容量が一層大きくなり、取り外しのためのモジュール担体へのアクセスが可能になる、ということである。

【0015】本発明の他の利点は、上部アセンブリが実質的であり、したがって、製造が容易化される、ということである。

【0016】本発明の他の利点は、標準の薄膜設計及び製造技術を使用することができる、ということである。

【0017】本発明の他の利点は、接地帰路を短くする目的以外の目的のために、回路基板を有するモジュール担体を厚くかつ最適化できる、ということである。

【0018】本発明の他の利点は、接地電流が担体間の前記リボン導体を通して流れるので、前記ハウジングへの前記担体の取り付けはマイクロ波周波数においてもはや重要でない、ということである。

【0019】本発明の他の利点は、接地アクセスが、それが普通は有効でなかった所のモジュールの上部エッジにあり、これによって、入力同軸コネクタ、出力同軸コネクタ、及びその他のコネクタが簡単化しかつ改良する、ということである。

【0020】本発明のこれら及び他の目的と利点は、多様な図に示されている本発明の好適実施例の次の詳細な説明を読んだ後は、当業者にとって疑いもなく明白になるであろう。

【0021】

【実施例】本発明の好適実施例は、50Ω伝送線路接続及びモジュール間接地接続の両方のためのリボン導体を備えた担体を有する、多数のモジュールを含む。図3(a)及び(b)において、全体的引用符号50によって示された増幅器は、3つ組のモジュール51を有する。各モジュール51は担体52を備え、担体52はこの担体の上部上の床56から立ち上げられた一対のリップ54を有する。担体52は、1つのハウジング、例えば、ハウジング11の内部に取り付けられている。リップ54は、一対の外側インタフェーシングエッジ58に配置されている。床56の上方にリップ56を立ち上げさせることは、ろう付け材料の流れを制御すること、及び上にあるモジュール51から接地に大きなアクセスを与えることを、助ける。アルミナ、プラスチック、ベリリア(beryllia)、セラミック等のような、なんらかの適当な誘電体材料で作られた基板60は、担体52に取り付けられる。リボン導体62は、モジュール51間の間隔内に一様な接地面を形成するように、1群のモジュール51の内の隣接するモジュール上のリップ54間にギャップ溶接(gap weld)されるか又は導電的に取り付けられている。第2の導体リボン64は、基板60上のRF導体に溶接されている。リボン導体64は、空気の誘電体とともにマイクロストリップ伝送線路を形成するリボン導体62の上の重要な距離で、インタフェーシングエッジ58の上を、架け渡されてい

る。この伝送媒体を支配する理論及び等式は、周知である。リボン導体64の幅及びリボン導体62の上の架け渡し高さを適当に選択することによって、50Ωのインピーダンスが維持される。0.508mmの幅のリボンと0.102mmのスパン高さによって、約50Ωインピーダンスが得られる。リップ54は、0.254mmの厚さの基板60の場合、典型的には、床56から0.127mm立ち上がる。担体52は、典型的には、(リップ54を含めて)0.762mmの厚さ、4.953mmの長さ、及び3.429mmの幅である。担体52は、典型的には、アルミナ又は溶融シリカ基板に対する正確な熱膨張整合を保証するために化学組成が狭い範囲内に制御された、鉄-ニッケル-コバルト合金で作られ、例えば、カーペンタコバル (Carpenter Kovar, 登録商標) (以下単に、"コバル"と称する)で作られる。リボン導体62は、0.508mmの幅の、かつ担体52等の間をブリッジするのに必要な或る長さの金リボンである。リボン導体64も金リボンであり、0.0254mmの厚さ、0.508mm幅の、かつ基板60等の間を架け渡すのに必要な或る長さである。リボン導体64は、平衡増幅器を相互接続するためにモジュール51と約45°の角度でモジュール51間の距離を横断している。これらの平衡増幅器は対角線的に交差して配置されたそれらの入力と出力を有する。0°(一列)を含むいかなる相互接続角にも、前記リボン導体の角度を変更することによって適合させることができる。これは前記インピーダンスがこの影響を受けないからである。

【0022】ここで、図4(a)及び(b)を参照すると、リボン導体64は、熱膨張及び熱収縮によって起こされる応力逃しを助けるとともにアセンブリの際の位置決めを助ける一対の曲り部66を有する。幅寸法68は、モジュール51間のリボン導体62の上のリボン導体64が50Ωインピーダンスを達成するために、重要である。

【0023】本発明の実施例が図5(a)、(b)及び(c)に示されている。全体的引用符号70で示されるハウジングは、3つの空洞72、74、及び76を有している。同軸入力フィードスルー78及び出力フィードスルー80が、ハウジング70の両端にはんだ付けされている。標準のマイクロ波コネクタが使用されて前記フィードスルーに嵌め合わされる。空洞74は、一連のモジュールを収容でき、これらのモジュールは、18~40GHz帯域内で動作し、低周波数電源と空洞72、76内に各側に収容される制御モジュールによって支援される。空洞74は、動作周波数に対して導波管として働かないように充分狭いか、又はそうでなければマイクロ波吸収材料を前記空洞内に有しなければならない。このことは、空洞74内に置かれるモジュールが約5.08mm×3.556mm以下の寸法を有することを、意味

する。複数の浅いスロット82が小形のセラミック誘電体コンデンサをこれら内に取り付け可能とし、また、スロット82は空洞74と空洞72、76との間に低周波数導体を接着するのに使用される。図6は、モジュール51のリップ54と機能上及び使用上類似のハウジング70内のリップ84を示す。リボン導体62を隣合うリップ84と54との間、54と54との間、及び54と58との間に溶接できるように、多数のモジュール51は、空洞74内でリップ84の列から外れ、かつ端と端で向かい合わせに配置される。

【0024】図8において、ハウジング70は、空洞74内に、端と端で向かい合わせに配置された18~40GHzモジュールを有する。支援回路は、空洞72及び76内に各側にある。リボン導体64は、モジュール51を相互接続している。図9は、GaAs FET増幅器モジュール51(その詳細は図の明確のために省略)及びリボン導体64の拡大図である。リボン導体64は、モジュール51に対してある角度で溶接により取り付けられている。図10において、担体52は2つのリップ54を有する。担体52は、典型的には、コバル、モリブデン、又はその他の金属で作られる。1つの基板、例えば、基板60は、担体52に接着される。金めっき担体52は、モジュール51のアセンブリにおいて必要なはんだ付け、溶接、及び接着の作業を容易にする。

【0025】本発明の代替実施例が、図11に示されている。この実施例は、一列に並んだ入力及び出力を備えるモジュールに好適である。全体的引用符号90によって示された接続システムはリボン導体92を有している。該リボン導体92の幅94は幅68とほぼ同じである。一対の応力逃し曲り部96が、リボン導体92内に含まれている。

【0026】上述の18~40GHz増幅器の性能及び製造性は本発明によって極めて強化されるけれども、多くの他のマイクロ波製品も同様の方法で利益を得るであろう。本発明は、一般に、1つ以上のマイクロ波ストリップ伝送線の入力又は出力を備えるいかなる能動的又は受動的マイクロ波モジュールにも適用可能である。このようなモジュールとしては、以下に限定される訳ではないが、増幅器、減衰器、制限器、フィルタ、スイッチ、混合器、電力分割器、検出器、発振器、乗算器(multiplier)、及びこれらの2つ以上のカスケード又は組み合わせがある。これらのモジュールは、1つ以上のモノリシック集積回路を組み込むことができる。これらのモジュールのカスケード又は組み合わせであるマイクロ波サブシステムは、先行技術では限界であった周波数においてモジュール間のVSWR性能を向上するために本発明を使用することができ、かつモジュール構造の性能を少なくとも40GHzまで拡張するであろう。

【0027】本発明は現在の好適実施例によって説明さ

れたけれども、本開示は限定するものとして解釈されるべきではないことは、云うまでもない。多様な代替及び変更は、上掲の開示を読んだ後は当業者にとって疑いもなく明白になるであろう。したがって、特許請求の範囲は本発明の真の精神と範囲に包含される全ての代替及び変更に及ぶものと解釈されることを、主張する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】先行技術のGaAs FET増幅器マイクロ波組立のケースを示す図であって、(a)はその底面図、(b)はその側面図、(c)はそのケースのカバーを外して内部のモジュールを見せた上面図、(d)はその端面図である。

【図2】図1における前記モジュール及びワイヤボンドの詳細を示す側面図である。

【図3】本発明により構築された3つのモジュールを示す図で、(a)はその側面図、(b)はその斜視図である。

【図4】図3のリボン導体を示す図で、(a)はその上面図、(b)はその側面図である。

【図5】本発明により作製されたハウジングの実施例を示す図で、(a)はその上面図、(b)はその側面図、(c)はその端面図である。

【図6】図5に示したハウジングの図5中の線6-6に沿う断面図である。

【図7】図5に示したハウジングの図5中の線7-7に沿う断面図である。

【図8】図5に示したハウジングの1/3の上部組立図であって、中央空洞内に取り付けられたマイクロ波モジュールを外側空洞内に取り付けられた支援回路と共に示すものである。

【図9】図8内の円で囲まれかつ9で示された前記モジュールの部分の詳細を示す上面図である。

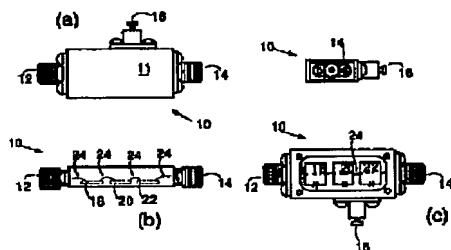
【図10】本発明を構成する担体を示す図で、(a)はその上面図、(b)はその側面図、(c)はその端面図である。

【図11】列をなした入力及び出力コネクタを備えるモジュールに対する本発明の好意実施例の上面図である。

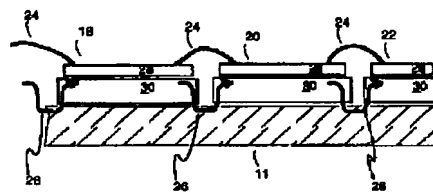
#### 【符号の説明】

- 50 増幅器
- 51 モジュール
- 52 担体
- 54 リップ
- 56 床
- 58 インタフェーシングエッジ
- 60 基板
- 62 リボン導体
- 64 第2のリボン導体
- 66 曲り部
- 68 リボン導体(64)の幅
- 70 ハウジング
- 72, 74, 76 空洞
- 78 入力フィードスルー
- 80 出力フィードスルー
- 82 スロット
- 84 リップ
- 90 接続システム
- 92 リボン導体
- 94 リボン導体(92)の幅
- 96 曲り部

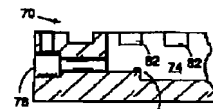
【図1】



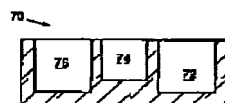
【図2】



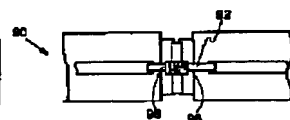
【図6】



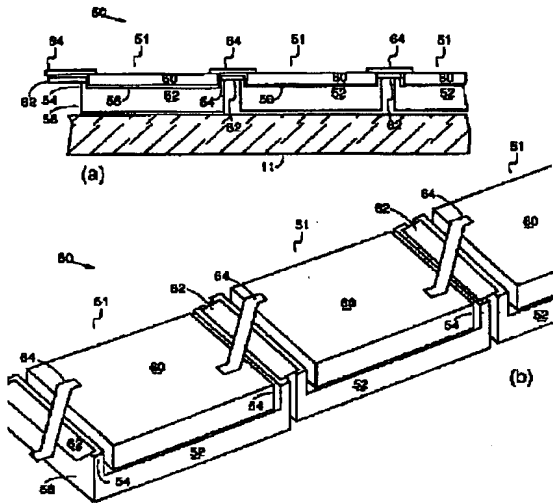
【図7】



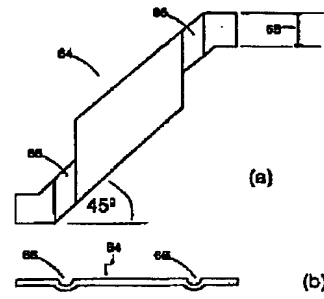
【図11】



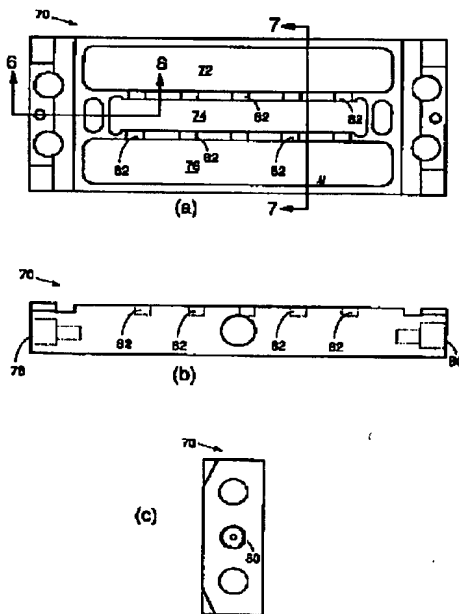
【図3】



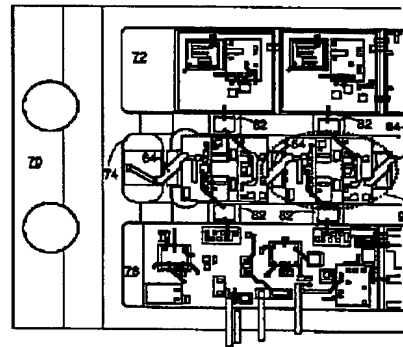
【図4】



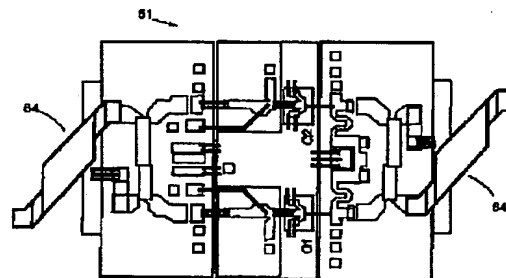
【図5】



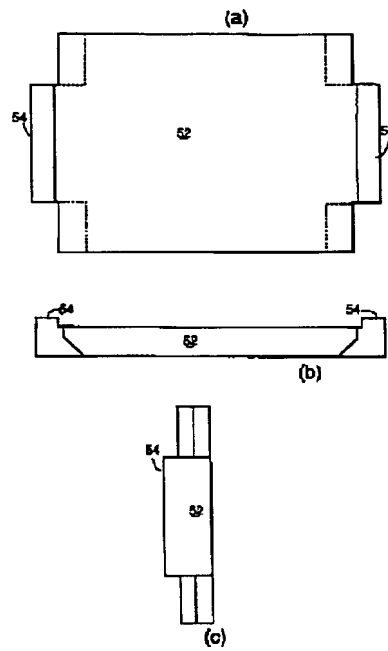
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 P	1/04	7741-5 J		
	3/08	7741-5 J		
	5/08	L 7741-5 J		
H 0 3 F	3/60	8836-5 J		